

Document 3 - Extraits de la norme NF EN 717-1

[..] Indique que des passages de la norme ont été supprimés

1 .Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode à la chambre avec trois options de chambre d'essai pour la détermination de l'émission de formaldéhyde des panneaux à base de bois à une concentration à l'état stable dans une chambre climatisée dans des conditions définies qui se rapportent à des conditions moyennes représentatives de la réalité courante. Cette méthode à la chambre peut aussi être appliquée pour l'estimation des concentrations de formaldéhyde dans différentes conditions de la pratique, ceci par utilisation de modèles mathématiques.

La présente norme peut être également utilisée pour tester des dégagements de formaldéhyde de produits autres que les panneaux à base de bois.

[...]

3. Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 volume de la chambre

volume d'air total de la chambre non chargée, incluant les conduits de ventilation de recyclage, exprimé en mètres cubes (m³)

3.2 taux de charge

rapport entre la surface totale de l'éprouvette, à l'exclusion de la surface des chants, et le volume de la chambre, exprimé en mètres, carrés par mètre cube (m²/m³)

3.3 taux de renouvellement d'air

rapport entre le volume d'air traversant la chambre en une heure (m³/h) et le volume (m³) de la chambre

3.4 vitesse de l'air

vitesse de l'air à la surface des éprouvettes dans la chambre, en mètres par seconde (m/s)

3.5 état stable

état atteint lorsque l'émission de formaldéhyde des panneaux à base de bois est quasi constante dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire que la concentration en formaldéhyde dans la chambre reste constante

NOTE En pratique, un état stable réel ne peut être atteint du fait de l'irréversibilité de l'émission de formaldéhyde. Le présent document donne une définition de la condition d'état stable dans le cadre de cet essai (voir Article 10).

3.6 valeur d'émission

la concentration en formaldéhyde à l'état stable dans la chambre est obtenue à température, humidité relative, taux de charge et taux de renouvellement d'air constants. Elle est exprimée en masse par unité de volume, en milligrammes de formaldéhyde par mètre cube d'air (mg/m³)

NOTE À 23 °C et 1 013 hPa, on a les relations suivantes pour le formaldéhyde :

- 1 ppm (partie par million) = 1,24 mg/ m³;
- 1 mg/ m³= 0,81 ppm (partie par million).

4. Principe

Des éprouvettes de surface connue sont placées dans une chambre dont la température, l'humidité relative, la vitesse de l'air et le taux de renouvellement sont maintenus égaux à des valeurs données. Le

formaldéhyde émis par les éprouvettes se mélange à l'air de la chambre. L'air de la chambre est échantillonné périodiquement. La concentration en formaldéhyde est déterminée en faisant passer de l'air de la chambre dans des flacons laveurs contenant de l'eau qui absorbe le formaldéhyde. La concentration du formaldéhyde dans l'eau est déterminée. La concentration du formaldéhyde dans l'air de la chambre est calculée à partir de la concentration dans l'eau contenue (dans les flacons laveurs et du volume d'air échantillonné. Elle est exprimée en milligrammes par mètre cube (mg/m^3). L'échantillonnage est poursuivi périodiquement jusqu'à ce que la concentration en formaldéhyde dans la chambre ait atteint un état stable.

NOTE L'influence de la température, de l'humidité relative, du taux de charge et du taux de renouvellement d'air sur la concentration en formaldéhyde dans l'atmosphère de la chambre peut être décrite par formules (par exemple la formule d'Andersen). Il existe aussi une relation entre la structure des éprouvettes, plus particulièrement leurs surfaces, et la vitesse de l'air, mais elle ne peut être décrite exactement par une formule.

[...]

8 . Mode opératoire

8.1 Conditions d'essai

Les conditions suivantes doivent être maintenues dans la chambre durant tout l'essai :

- température ($23 \pm 0,5$) °C ;
- **humidité relative (45 ± 3) %** ;
- taux de charge ($1,0 \pm 0,02$) m^2/m^3 ;
- taux de renouvellement d'air ($1,0 \pm 0,05$)/h ;
- vitesse de l'air à la surface des éprouvettes (voir 8.2.5) (0,1 à 0,3) m/s.

8.2 Vérification des conditions d'essai

8.2.1 Alimentation de la chambre d'essai en air propre

En utilisant la procédure décrite à l'Article 9, la teneur en formaldéhyde de l'air alimentant la chambre ne doit pas excéder $0,006 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0,005 ppm).

8.2.2 Étanchéité à l'air de la chambre d'essai

Afin d'éviter un échange d'air incontrôlé par l'entrée d'air ambiant, la chambre d'essai doit fonctionner en légère surpression.

Vérifier régulièrement l'étanchéité à l'air par des mesures de baisse de pression ou par comparaison de la mesure simultanée des débits aux entrées et aux sorties de la chambre, ou par mesure de la dilution du gaz traceur.

Considérer la chambre d'essai comme suffisamment étanche si au moins l'une des exigences suivantes est remplie :

- la fuite d'air est inférieure à 10^{-2} × volume de la chambre par minute, pour une surpression de 1 000 Pa ;
- les débits d'air à l'entrée et à la sortie diffèrent de moins de 2 % ;
- la dilution du gaz traceur est inférieure à 0,05/h.

8.2.3 Système de maintien de l'humidité relative et de la température

Maintenir la température soit en plaçant la chambre d'essai dans un local dont la température est maintenue à la température appropriée, soit en contrôlant la température à l'intérieur de la chambre.

Dans ce dernier cas, isoler efficacement les parois de la chambre afin d'éviter la condensation d'humidité sur la paroi interne.

Maintenir l'humidité relative soit par un maintien de l'humidité externe de l'alimentation en air propre soit par un contrôle interne de l'humidité de l'air à l'intérieur de la chambre. Dans ce dernier cas, prendre des précautions pour éviter la condensation ou la pulvérisation d'eau à l'intérieur de la chambre.

Contrôler la température et l'humidité relative en continu ou fréquemment et indépendamment du système de conditionnement d'air. Placer des capteurs à des endroits représentatifs à l'intérieur de la chambre.

Après chargement de la chambre, enregistrer tout écart initial de la température et de l'humidité relative causé par l'air ambiant et des éprouvettes non conditionnées.

8.2.4 Renouvellement d'air

Contrôler en continu ou fréquemment l'alimentation de la chambre en air propre et conditionné. Des méthodes adaptées sont prescrites en Annexe A.

Le taux de renouvellement de l'air ne doit pas varier de plus de 0,05 renouvellements d'air par heure.

Contrôler régulièrement le taux réel de renouvellement d'air soit en utilisant un dispositif de mesure de gaz étalonné soit par la méthode du gaz traceur décrite en Annexe B.

8.2.5 Vitesse de l'air dans la chambre

Avant de procéder à l'essai, régler la vitesse de l'air dans la chambre d'essai remplie avec les éprouvettes à une valeur comprise entre 0,1 m/s et 0,3 m/s, mesurée à des endroits représentatifs et distants de moins de 20 mm de la surface des éprouvettes.

NOTE Des anémomètres à fil chaud ou à film, étalonnés dans la gamme de 0 m/s à 0,5 m/s, sont adaptés à la mesure de la vitesse de l'air.

Les positions des points de mesure dépendent du volume de la chambre et du type de circulation.

Il faut mesurer la vitesse de l'air au moins en quatre positions dans les grandes chambres ($\geq 12 \text{ m}^3$) et au moins en deux positions dans les petites chambres (1 m^3 ou $0,225 \text{ m}^3$).

8.2.6 Performance de la chambre

La performance de la chambre d'essai peut être essayée selon un mode opératoire décrit par (7).

8.3 Préparation de la chambre

Mettre la chambre dans les conditions données en 8.1. Effectuer la détermination de la concentration en formaldéhyde (voir 8.6) dans la chambre vide («niveau de fond») au moins 1 h après l'établissement des conditions d'essai selon 8.1.

Si la concentration en formaldéhyde dans l'atmosphère de la chambre est inférieure ou égale à $0,006 \text{ mg/m}^3$, la chambre peut être remplie avec les éprouvettes.

NOTE Si la concentration en formaldéhyde est supérieure à $0,006 \text{ mg/m}^3$, il faut purger la chambre en la faisant fonctionner à vide afin de ramener la concentration en formaldéhyde au niveau de fond accepté de $0,006 \text{ mg/m}^3$. Si nécessaire, il faut enlever la poussière et autres particules se trouvant dans la partie inférieure et nettoyer les murs et autres surfaces intérieures de la chambre avant de commencer le nettoyage à l'air.

8.4 Préparation des éprouvettes

8.4.1 Généralités

Déballer les éprouvettes, étancher les chants si nécessaire et placer les éprouvettes dans la chambre. Le rapport entre la longueur des chants ouverts (non scellés) U et la surface des faces A doit être de $U/A = 1,5 \text{ m/m}^2$.

NOTE Du fait du rapport constant $U/A = 1,5 \text{ m/m}^2$ le pourcentage de la surface des chants ouverts par rapport à la surface des faces dépend de l'épaisseur de l'éprouvette, ainsi que le montrent les exemples suivants :

Épaisseur du panneau	Pourcentage de la surface des chants ouverts à la surface totale
10 mm	1,5 %
19 mm	2,8 %
32 mm	4,8 %

8.4.2 Grandes chambres (voir A.1)

Ne pas sceller les chants pour les éprouvettes de 1 m × 2 m essayées dans les grandes chambres ($\geq 12\text{ m}^3$). Le périmètre, c'est-à-dire la longueur des chants ouverts (non scellés) U pour les éprouvettes de 1 m × 2 m est de 6 m, la surface des faces A est de 4 m². Ainsi le rapport U/A est de 1,5 m/m².

8.4.3 Petites chambres (voir A.2 et A.3)

Afin d'avoir le même rapport U/A = 1,5 m/m² pour les éprouvettes plus petites dans les petites chambres, un scellement partiel des chants est nécessaire. Il convient que ce scellement soit réalisé au moyen d'une bande d'aluminium autoadhésive.

NOTE La longueur de chant à sceller est donnée en A.2.3 pour les chambres de 1 m³ et en A.3.3 pour les chambres de 0,225 m³.

8.5 Procédure de remplissage et de démarrage

Placer les éprouvettes dans la chambre d'essai verticalement et approximativement au centre de la chambre, leur surface étant parallèle à la direction du courant d'air, et distantes les unes des autres d'au moins 200 mm (voir les Figures A.1 à A.5 et A.7). Réaliser le premier échantillonnage d'air au moins 3 h après le remplissage de la chambre et le démarrage de l'essai.

8.6 Échantillonnage de l'air et analyse

Ajouter au moins 25 ml d'eau dans les deux flacons laveurs et les raccorder à l'appareillage [...]. Échantillonner l'air de la chambre périodiquement, à un débit approximatif de 2 l/min, par passage d'au moins 120 l dans les flacons laveurs. Introduire à la pipette 10 ml de chacune des solutions d'absorption dans un flacon de 50 ml et y ajouter 10 ml de la solution d'acétylacétone (voir 5.2) et 10 ml de la solution d'acétate d'ammonium [...]. Boucher les flacons et déterminer la teneur en formaldéhyde des solutions suivant l'Article 9.

NOTE Le volume de l'échantillon d'air à prélever dépend de sa concentration en formaldéhyde. Dans le cas d'une détermination photométrique, le mode opératoire décrit ci-dessus est adapté pour des concentrations supérieures à 0,005 mg/m³. Pour la détermination de concentrations plus faibles, il convient d'augmenter le volume d'air échantillonné et/ou de réduire le volume de la solution. La sensibilité de l'analyse peut aussi être augmentée en dosant le produit de la réaction (diacétyldihydrolutidine) par fluorimétrie au lieu de la photométrie.

8.7 Durée de l'essai

L'échantillonnage est réalisé deux fois par jour jusqu'à disposer de suffisamment de données pour calculer l'état stable (voir Annexe C).

NOTE L'intervalle de temps entre deux échantillonnages doit être supérieur à 3 h.

9 Détermination de l'émission de formaldéhyde

9.1 Généralités

Déterminer la teneur en formaldéhyde des solutions aqueuses correspondant à chaque période d'échantillonnage par photométrie en utilisant la méthode à l'acétylacétone.

NOTE 1 La sensibilité de l'analyse peut être améliorée en déterminant la teneur en formaldéhyde par fluorimétrie (mode opératoire voir l'Annexe D).

NOTE 2 On peut utiliser également la détermination selon la norme ISO 16000-3 (DNPH).

9.2 Principe

La détermination est basée sur la réaction de Hantzsch dans laquelle du formaldéhyde réagit avec des ions ammonium et de l'acétylacétone pour donner de la diacétyldihydrolutidine (DDL) (voir Figure 2). La DDL présente un maximum d'absorption à 412 nm. La réaction est spécifique du formaldéhyde.

9.3 Mode opératoire

Chauffer les flacons bouchés (voir 8.6) pendant 15 min dans un bain-marie à (40 ± 1) °C. Les solutions sont ensuite laissées à la température ambiante pendant 1 h, protégées de la lumière. Déterminer l'absorption de ces solutions à une longueur d'onde de 412 nm par rapport à l'eau en utilisant un spectrophotomètre avec une cellule ayant une longueur de trajet de 50 mm [...]

Mesurer en parallèle une valeur à blanc avec une solution composée de 10 ml d'eau, 10 ml de solution d'acétylacétone [...] et 10 ml de solution d'acétate d'ammonium [...] et la prendre en considération lors du calcul de la teneur en formaldéhyde de la solution échantillon.

NOTE Des cellules avec des trajets supérieurs peuvent être utilisées, mais les courbes d'étalonnage seront alors différentes et dans ce cas il est nécessaire d'utiliser un mode opératoire modifié pour l'évaluation.

9.4 Courbe d'étalonnage

9.4.1 Généralités

Établir la courbe d'étalonnage (voir Figure 3) à partir d'une solution standard de formaldéhyde, dont la concentration a été déterminée par dosage iodométrique. Vérifier cette courbe d'étalonnage au moins une fois par semaine.

9.4.2 Solution standard de formaldéhyde

Réactifs :

- solution étalon d'iode $c(I_2) = 0,05$ mol/l ;
- solution étalon de thiosulfate de sodium $c(Na_2S_2O_3) = 0,1$ mol/l ;
- solution étalon d'hydroxyde de sodium $c(NaOH) = 1$ mol/l ;
- solution étalon d'acide sulfurique $c(H_2SO_4) = 1$ mol/l.

Étalonner les solutions ci-dessus avant usage :

- solution d'amidon 1 % en masse.

Diluer environ 1 g de solution de formaldéhyde (concentration 35 % à 40 %) dans une fiole jaugée de 1 000 ml en ajustant jusqu'au trait avec de l'eau.

Déterminer la concentration exacte en formaldéhyde comme suit : Mélanger 20 ml de la solution standard de formaldéhyde avec 25 ml de solution d'iode et 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium. Après 15 min, le mélange étant protégé de la lumière, ajouter 15 ml de la solution d'acide sulfurique. Doser l'excès d'iode avec la solution de thiosulfate de sodium. À la fin du dosage, ajouter quelques gouttes de solution d'amidon à titre d'indicateur. Réaliser en parallèle un essai à blanc avec 20 ml d'eau. La teneur en formaldéhyde se calcule comme suit :

$$c(HCHO) = (V_0 - V) \times 15 \times c(Na_2S_2O_3) \times 1\,000/20 \quad \dots (1)$$

où :

$c(HCHO)$ est la concentration en formaldéhyde, en milligrammes par litre ;

V est le volume consommé de solution de dosage de thiosulfate, en millilitres ;

V_0 est le volume consommé de solution de dosage de thiosulfate pour l'essai à blanc, en millilitres ;

$c(Na_2S_2O_3)$ est la concentration en thiosulfate, en moles par litre.

NOTE 1 1 ml de solution à 0,1 mol/l de thiosulfate correspond à 1 ml de solution à 0,05 mol/l d'iode et à 1,5 mg de formaldéhyde.

NOTE 2 Avec les pipettes automatiques, on peut réduire les volumes des solutions à condition qu'ils donnent les mêmes résultats.

9.4.3 Solution étalon de formaldéhyde

En utilisant la concentration déterminée en 9.4.2, calculer le volume de solution de formaldéhyde qui contiendra 3 mg de formaldéhyde. Mettre ce volume, en utilisant une microburette, dans une fiole jaugée de 1 000 ml et ajuster jusqu'au trait avec de l'eau. 1 ml de cette solution étalon contient environ 3 µg de formaldéhyde.

9.4.4 Détermination de la courbe d'étalonnage

Introduire à la pipette 0 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 50 ml et 100 ml de solution étalon de formaldéhyde (voir 9.4.3) dans une fiole jaugée de 100 ml et ajuster jusqu'au trait avec de l'eau. Réaliser l'analyse photométrique de 10 ml de chaque dilution suivant le mode opératoire décrit en 9.3. Tracer les valeurs d'absorption en fonction des concentrations c en formaldéhyde (entre 0 mg/ml et 0,003 mg/ml, voir l'exemple en Figure 3). Déterminer graphiquement ou par calcul la pente f de la droite.

9.5 Calcul de la quantité de formaldéhyde piégée

La quantité de formaldéhyde piégée dans l'eau des flacons laveurs est calculée au moyen de l'équation suivante :

$$G = (A_s - A_b) \times f \times V_{sol} \quad \dots (2)$$

où :

G est la quantité de formaldéhyde dans chacune des solutions de piégeage, en milligrammes ;

A_s est l'absorbance de la solution contenue dans le flacon laveur ;

A_b est l'absorbance du blanc (voir 9.3) ;

f est la pente de la courbe d'étalonnage pour la solution de formaldéhyde standard, en milligrammes par millilitre ;

V_{sol} est le volume de la solution de piégeage, en millilitres.

Les valeurs de G correspondant aux deux solutions de piégeage sont additionnées pour obtenir le volume total de formaldéhyde G_{tot} .

9.6 Calcul de l'émission de formaldéhyde

L'émission de formaldéhyde des panneaux à base de bois soumis à l'essai est exprimée comme la concentration dans l'air de la chambre d'essai. Elle est calculée par l'équation suivante :

$$c = G_{tot} / V_{air} \quad \dots (3)$$

où :

c est la concentration en formaldéhyde, en milligrammes par mètre cube ;

G_{tot} est la quantité totale de formaldéhyde piégé, en milligrammes ;

V_{air} est le volume de l'échantillon d'air, en mètres cubes.

NOTE Il convient de corriger le volume de l'air échantillonné en le ramenant à une température standard de 23 °C et à une pression standard de 1 013 hPa.

10 Détermination de la valeur d'émission à l'état stable

La valeur d'émission à l'état stable est calculée suivant la méthode donnée en Annexe C. Pour ce calcul, la durée minimale de l'essai à la chambre est fixée à 10 jours et une mesure de la concentration en formaldéhyde est réalisée sur au moins sept jours (non nécessairement consécutifs). Il est nécessaire de mesurer la concentration en formaldéhyde au moins deux fois par jour. L'état stable est atteint lorsque sur une période d'essai de quatre jours la décroissance de la courbe de concentration calculée est inférieure ou égale à 5 % ($d = 0,05$, voir Annexe C). Si cette condition n'est pas atteinte au bout de 10 jours, continuer l'essai. Si l'état stable n'est pas atteint au bout de 28 jours (672 h), la valeur calculée par la fonction de puissance pour le 28 e jour de l'essai est définie comme la valeur d'émission à l'état stable.

L'essai peut être interrompu après un minimum de 4 jours d'essai, sous réserve qu'aucun résultat d'essai sur 4 jours successifs ne dépasse la valeur limite, prenant en compte la précision de la méthode d'essai, et que la fonction de régression linéaire issue des valeurs des 4 jours d'essai montre une croissance qui ne soit pas supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

11 Expression des résultats

La valeur d'émission à l'état stable est exprimée en milligrammes par mètre cube (mg/m^3) arrondie au $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$ le plus proche. Indiquer la durée de l'essai (en heures) pour atteindre la valeur d'émission à l'état stable indiquée entre parenthèses après la valeur.

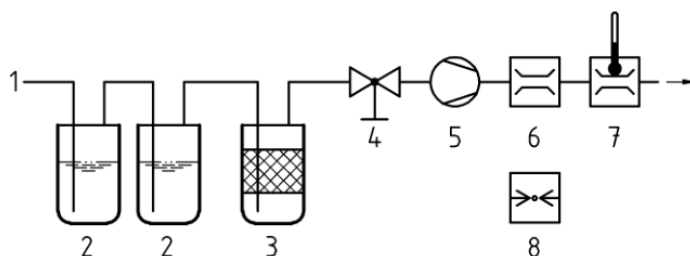
Si l'essai est arrêté prématurément, le résultat d'essai est fourni comme étant la valeur moyenne des mesures prises le dernier jour de l'essai.

NOTE Des essais inter laboratoire avec plusieurs instituts d'essai européens ont révélé des écarts standards pour différents matériaux d'essais variant entre 14 % (matériau à fort dégagement) et 20 % (matériau à faible dégagement).

12 Rapport d'essai

Rédiger le rapport d'essai selon l'EN 326-1. De plus, il doit contenir les informations suivantes. Si des informations listées dans a) à g) inclus ne sont pas disponibles, ceci doit être noté.

- type de chambre (option) ;
- si c'est approprié et s'il est connu, le nom du producteur ainsi que la date et le lieu de production du panneau, les conditions d'expédition, la manutention entre son arrivée au laboratoire d'essai et le démarrage de l'essai ;
- la date de début et de fin de l'essai ;
- une courte description des conditions d'essai et du mode opératoire analytique utilisé ;
- la valeur d'émission à l'état stable, en milligrammes de formaldéhyde par mètre cube (mg/m^3) ;
- la durée de l'essai pour atteindre la valeur d'émission à l'état stable ;
- la description des points complémentaires (par exemple rapport sur des modes opératoires qui ne sont pas en accord avec la présente norme).



Légende

- Tube d'échantillonnage
- Flacons laveurs
- Absorbeur à silice
- Vanne de débit de gaz
- Pompe d'échantillonnage de gaz
- Débitmètre
- Dispositif de mesure de gaz avec thermomètre
- Manomètre

Figure 1 — Exemple de système d'échantillonnage pour la détermination de la concentration de formaldéhyde dans l'air

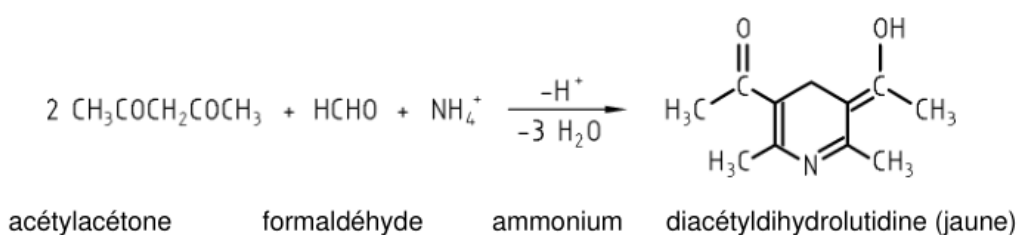
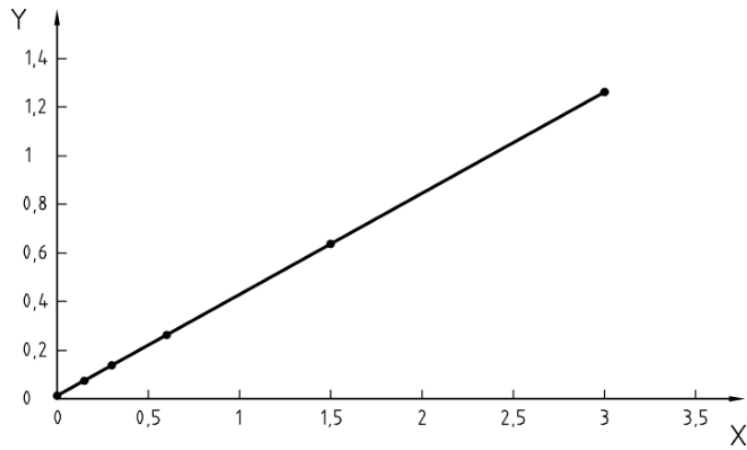


Figure 2 — Schéma réactionnel de la méthode à l'acétylacétone



$$c = f \cdot (A_s - A_b)$$

Légende

Y Absorption $A_s - A_b$

X concentration de la solution d'étalonnage diluée c (10^{-3} mg/ml)

Figure 3 — Exemple de courbe d'étalonnage pour le formaldéhyde dosé par la méthode à l'acétylacétone (longueur de trajet de 50 mm)

Annexe A (normative) Chambres d'essai

A.1 Option 1 : Grande chambre d'essai

A.1.1 Volume et fonctionnement de la chambre

Dans le présent document, les grandes chambres ont un volume net minimal de 12 m³.

NOTE Le volume net de la chambre d'essai est le volume de la partie de la chambre destiné à être remplie avec les éprouvettes et, le cas échéant, la partie de la chambre utilisée pour le conditionnement de l'air et sa circulation.

Les grandes chambres peuvent fonctionner avec deux types différents de circulation d'air :

- courant d'air parallèle (voir Figure A.1) ; ou
- courant d'air circulaire (voir Figure A.2).

La température et l'humidité relative peuvent être établies à l'intérieur de la chambre par des appareils de conditionnement spéciaux (réchauffeur d'air, injecteur de vapeur) ou par utilisation d'air d'entrée pré-conditionné. Les chambres fonctionnant de cette manière nécessitent une isolation efficace des parois.

La température à l'intérieur de la chambre d'essai peut aussi être établie en plaçant la chambre dans une enceinte à température contrôlée. Les chambres fonctionnant de cette manière ne doivent pas être isolées.

Le volume de l'air d'entrée est établi en utilisant un système de ventilation ou d'air comprimé et peut être mesuré par un débitmètre ou par la vitesse de l'air à l'entrée d'air. Le taux effectif de renouvellement d'air doit être contrôlé régulièrement (voir 8.2.4).

A.1.2 Principe de construction

L'appareillage d'essai (voir Figures A.1 et A.2) comprend les composants principaux suivants (les nombres entre parenthèses renvoient aux numéros des Figures A.1 et A.2) :

a) Chambre d'essai climatisée (1)

Il convient que les grandes chambres aient des volumes multiples de 4 m³ avec un volume minimal de 12 m³ afin de permettre l'utilisation de formats uniformes d'éprouvettes (1,0 m × 2,0 m × épaisseur du panneau).

b) Entrée d'air avec régulateur de débit (2)

Il convient que l'air d'entrée soit purifié si nécessaire et pré-conditionné à une température voisine de la température d'essai.

c) Ventilation (3)

Un ou plusieurs ventilateurs mélangent l'air de la chambre par brassage énergétique. Le principe de construction de la chambre force le mélange de l'air par un courant d'air intensif à travers l'espace utile de la chambre.

d) Équipement pour la régulation de la température (4)

e) Injection de vapeur pour le maintien de l'humidité relative de l'air (5)

f) Sortie d'air (6)

g) Éprouvettes (7)

h) Instruments et capteurs pour la mesure et l'enregistrement de la température, de l'humidité de l'air et du débit d'air à la sortie et/ou à l'entrée

A.1.3 Éprouvettes

Préparer les éprouvettes selon les Articles 7 et 8.4. Il convient que le format des panneaux soit de 1,0 m × 2,0 m × épaisseur du panneau. La chambre d'essai est chargée avec un panneau de ce format pour 4 m³ de volume de chambre. Le positionnement des éprouvettes dans la chambre est indiqué sur les

Figures A.1 et A.2, leurs faces étant parallèles au courant d'air et séparées par une distance d'au moins 200 mm.

A.2 Options 2 : Chambre d'essai de 1 m³

A.2.1 Volume de la chambre et fonctionnement

Le volume total des chambres de ce type est de 1 m³. Elles fonctionnent avec un écoulement d'air circulaire intensif (voir Figures A.3, A.4 et A.5).

Les conditions d'essai climatiques (température, humidité relative) peuvent être établies à l'intérieur de la chambre par des appareils de conditionnement spéciaux (réchauffeur d'air, injecteur de vapeur) ou par utilisation d'air d'entrée pré-conditionné. Les chambres fonctionnant de cette manière nécessitent une isolation efficace des parois.

La température à l'intérieur de la chambre d'essai peut aussi être établie en plaçant la chambre dans une enceinte à température contrôlée. Les chambres fonctionnant de cette manière ne doivent pas être isolées.

NOTE La Figure A.6 montre un appareillage adapté à l'établissement d'une humidité relative de $(45 \pm 3 \%)$.

Le volume de l'air d'entrée est mesuré et ajusté en utilisant un système de pompe à air ou d'air comprimé relié à des débitmètres à gaz (voir Figure A.6) et peut être mesuré par un débitmètre à gaz étalonné situé dans la sortie.

Le taux effectif de renouvellement d'air doit être contrôlé régulièrement (voir 8.2.4).

A.2.2 Principe de construction

L'appareillage d'essai (voir Figures A.3, A.4 et A.5) comprend les éléments suivants (les nombres entre parenthèses renvoient aux numéros des Figures A.3, A.4 et A.5) :

a) Chambre d'un volume total de $(1 \pm 0,01)$ m³ (1)

Les chambres de 1 m³ montrées à titre d'exemple sur les schémas sont construites à base de plaques de métal, de verre ou de matière plastique.

b) Entrée de l'air (2)

Si nécessaire, il convient de purifier l'air d'entrée et de pré-conditionner à une température voisine de la température d'essai. Le volume de l'air parcourant la chambre est mesuré par un dispositif adapté.

c) Ventilateur (un au minimum) (3)

Le ventilateur mélange l'air dans la chambre par un brassage intensif.

d) Prise pour l'introduction de capteurs destinés au suivi fréquent ou en continu de la température et de l'humidité relative de l'air (4)

e) Sortie d'air (5)

f) Plaques déflectrices ou cloison ou plancher perforé

g) Éprouvettes

A.2.3 Éprouvettes

Fabriquer et préparer les éprouvettes selon les Articles 7 et 8.4. Il convient que le format des éprouvettes soit de 0,5 m × 0,5 m × épaisseur du panneau. Pour ce format, il faut sceller 1,25 m de chants pour atteindre le rapport U/A égal à 1,5 m/m² conformément à 8.4 ; 0,75 m de chants restent non scellés. Deux panneaux de ce format sont mis dans la chambre. Les éprouvettes sont placées à proximité du milieu de la chambre, parallèlement au courant d'air, leurs faces étant séparées par une distance minimale de 200 mm.

A.3 Option 3 : Chambre d'essai de 0,225 m³

A.3.1 Volume et fonctionnement de la chambre

Le volume de cette chambre d'essai est de 0,225 m³. La chambre fonctionne avec un courant d'air circulaire (voir Figure A.7). La température à l'intérieur de la chambre est obtenue en plaçant la chambre dans un local plus grand dont la température est contrôlée.

NOTE 1 Pour la chambre représentée sur la Figure A.7, la température à l'intérieur de la chambre est obtenue grâce à celle du local environnant.

L'humidité relative est obtenue par le contrôle du point de rosée de l'air entrant. L'utilisation de ce principe permet la purification de l'air entrant par la même opération. L'humidité relative est obtenue par humidification de l'air entrant afin d'arriver à la valeur requise de $(45 \pm 3) \%$.

NOTE 2 Un appareillage approprié pour obtenir une humidité relative de $(45 \pm 3) \%$ est représenté sur la Figure A.6.

Le volume de l'air d'entrée est mesuré et ajusté en utilisant un système de pompe à air ou d'air comprimé relié à des débitmètres à gaz (voir Figure A.6) et peut être mesuré par un débitmètre à gaz étalonné situé dans la sortie. Le taux effectif de renouvellement d'air doit être contrôlé régulièrement (voir 8.2.4).

A.3.2 Principe de construction

L'appareillage d'essai (voir Figure A.7) comprend les éléments suivants (les nombres entre parenthèses renvoient aux numéros de la Figure A.7) :

a) Chambre d'essai d'un volume de $(0,225 \pm 0,0045) \text{ m}^3$ (1)

Les dimensions de la chambre sont de 0,7 m × 0,5 m × 0,65 m. La chambre est située dans un local plus grand conditionné, maintenant une température constante de $(23 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$ à l'intérieur de la chambre.

b) Entrée d'air (2)

L'entrée d'air dans la chambre est située juste à côté de l'entrée du ventilateur.

c) Ventilateur avec moteur électrique externe (3)

Le ventilateur à tambour alimenté par un moteur électrique extérieur assure un courant d'air symétrique et circulaire autour des éprouvettes.

d) Prise pour l'introduction de capteurs destinés au suivi fréquent ou en continu de la température et de l'humidité relative de l'air (4).

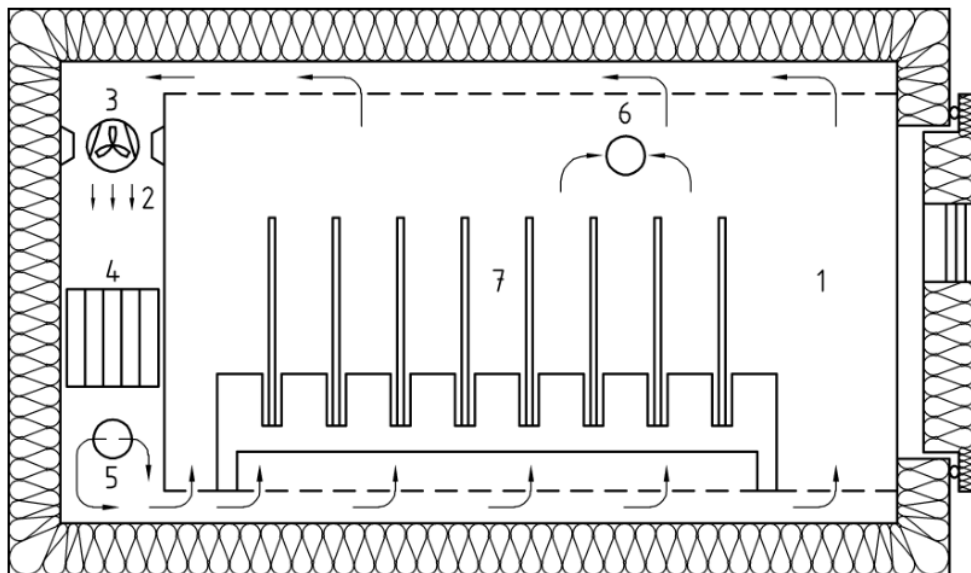
e) Sortie d'air (5)

Les ouïes de sorties d'air sont placées loin des ouïes d'entrée. Des tubes pour échantillonnage de l'air sont insérés dans les conduits de sortie et l'échantillonnage est réalisé à proximité immédiate des sorties.

f) Éprouvettes (6)

A.3.3 Éprouvettes

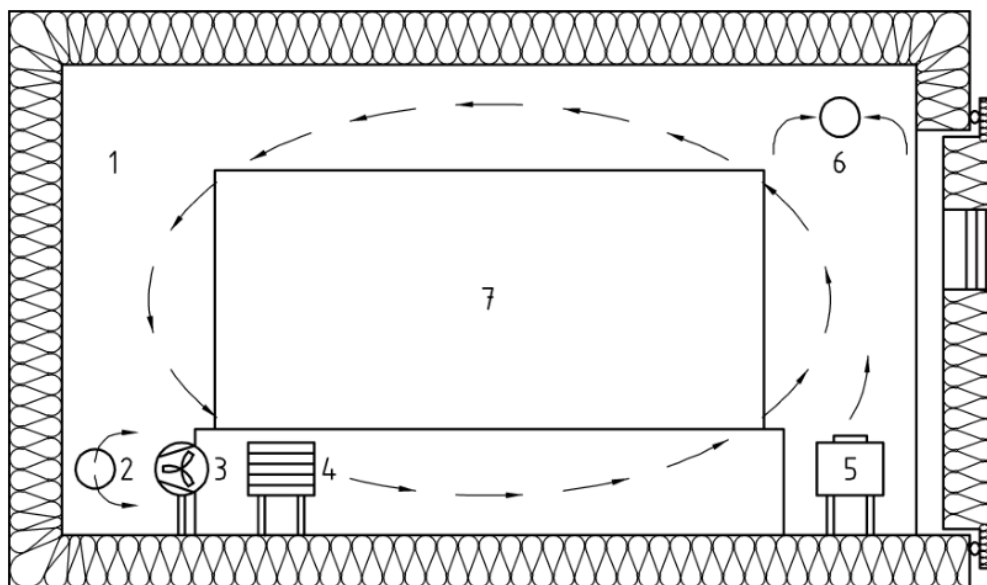
Préparer les éprouvettes selon les Articles 7 et 8.4. Il convient que le format des éprouvettes soit de 0,2 m × 0,28 m × épaisseur du panneau. Pour ce format, il faut sceller 0,792 m de chants pour atteindre le rapport U/A égal à 1,5 m/m² conformément à 8.4 ; 0,168 m de chants restent non scellés. Deux éprouvettes de ce format sont mises dans la chambre. Les éprouvettes sont placées à proximité du milieu de la chambre, parallèlement au courant d'air, leurs faces étant séparées par une distance minimale de 200 mm.



Légende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Chambre d'essai | 5 | Injection de vapeur pour le maintien de l'humidité relative |
| 2 | Entrée d'air | 6 | Sortie d'air |
| 3 | Ventilateur | 7 | Éprouvettes |
| 4 | Équipement pour le maintien de la température | | |

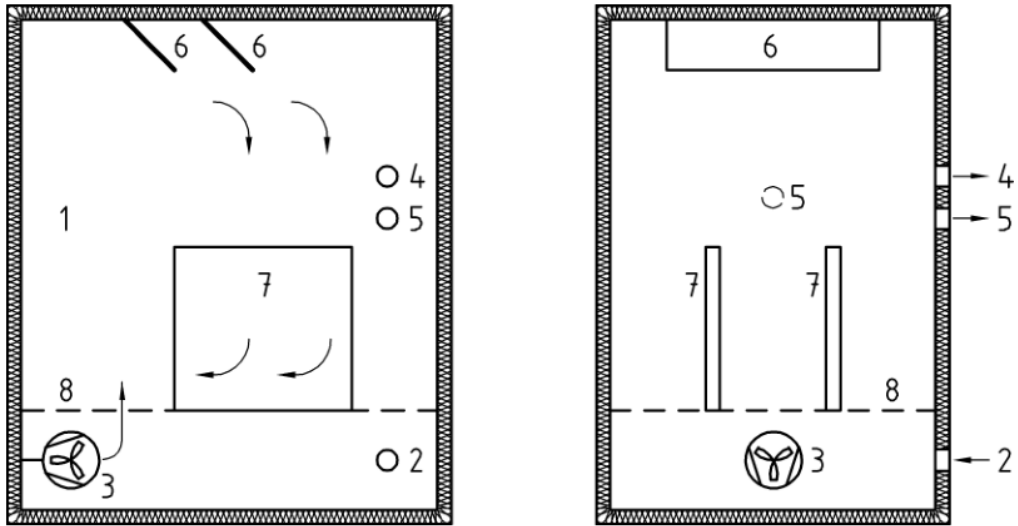
Figure A.1 — Exemple de schéma de construction à courant d'air parallèle pour une grande chambre d'essai



Légende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Chambre d'essai | 5 | Injection de vapeur pour le maintien de l'humidité relative |
| 2 | Entrée d'air | 6 | Sortie d'air |
| 3 | Ventilateur | 7 | Éprouvettes |
| 4 | Équipement pour le maintien de la température | | |

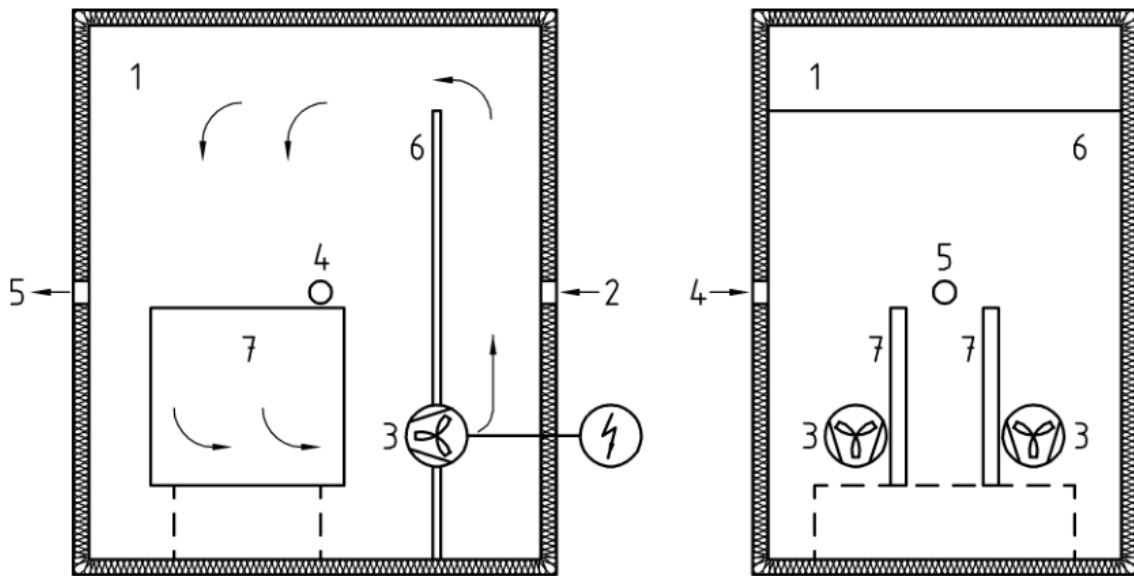
Figure A.2 — Exemple de schéma de construction pour une grande chambre d'essai à courant d'air circulaire



Légende

- | | | | |
|---|--|---|----------------------|
| 1 | Chambre d'essai de 1 m ³ | 5 | Sortie d'air |
| 2 | Entrée d'air | 6 | Plaques déflectrices |
| 3 | Ventilateur | 7 | Éprouvettes |
| 4 | Prise pour capteurs et dispositifs de contrôle | 8 | Plancher perforé |

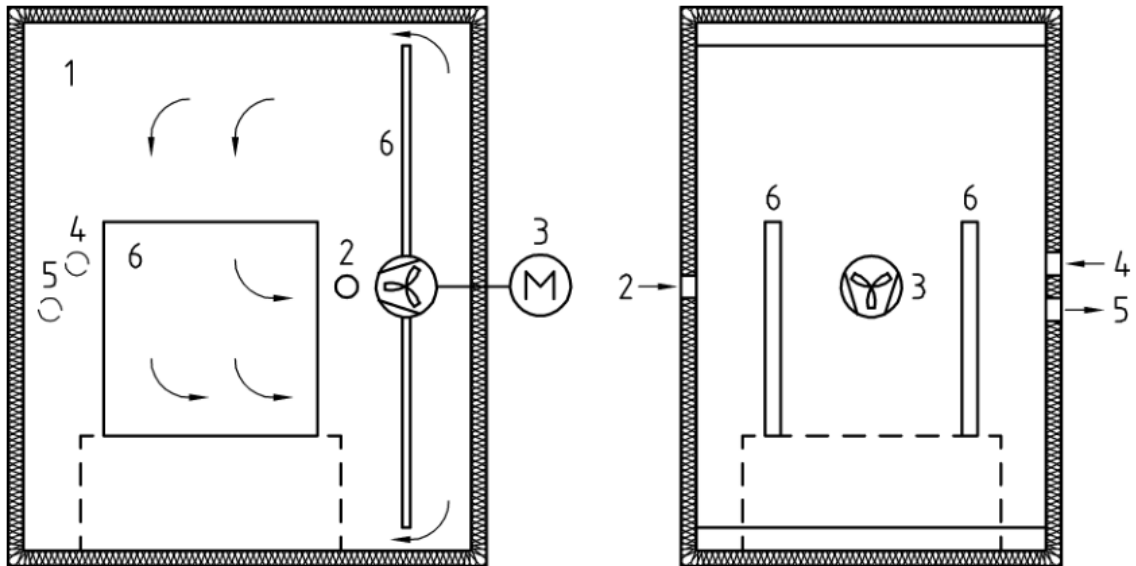
Figure A.3 — Exemple 1 de schéma de construction pour une chambre d'essai de 1 m³



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--------------|
| 1 | Chambre d'essai de 1 m ³ | 5 | Sortie d'air |
| 2 | Entrée d'air | 6 | Cloison |
| 3 | Ventilateur avec alimentation électrique | 7 | Éprouvettes |
| 4 | Prise pour capteurs et dispositifs de contrôle | | |

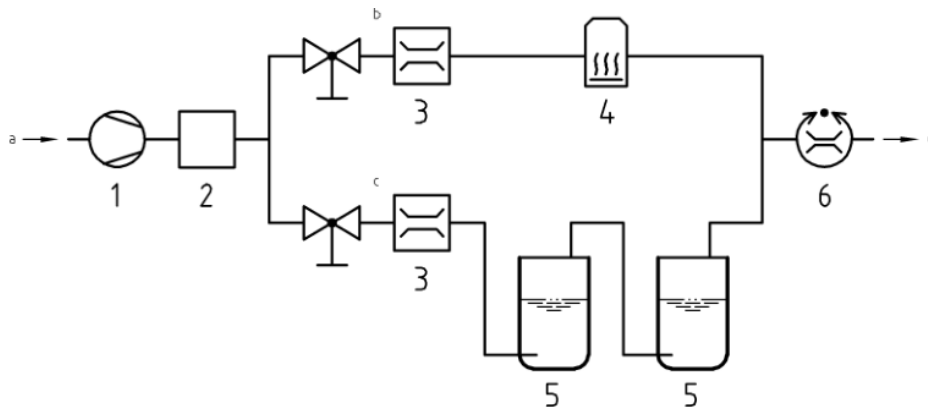
Figure A.4 — Exemple 2 de schéma de construction pour une chambre d'essai de 1 m³



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Chambre d'essai de 1 m ³ | 4 | Prise pour capteurs et dispositifs de contrôle |
| 2 | Entrée d'air | 5 | Sortie d'air |
| 3 | Ventilateur avec alimentation électrique externe | 6 | Éprouvettes |

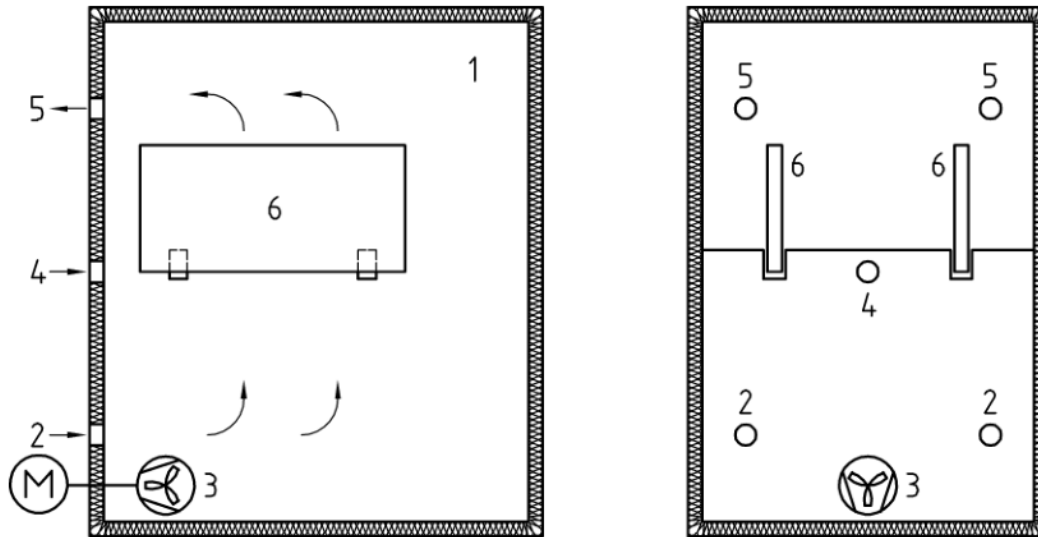
Figure A.5 — Exemple 3 de schéma de construction pour une chambre d'essai de 1 m³



Légende

- | | | | |
|----|--------------------|---|--|
| a) | Air (entrée) | 1 | Pompe à gaz |
| b) | 55 % courant d'air | 2 | Filtre à charbon |
| c) | 45 % courant d'air | 3 | Débitmètre à gaz et réglage du débit |
| d) | À la chambre | 4 | Filtre à silicagel |
| | | 5 | Flacon laveur (humidification) d'un volume minimal de 1 000 ml |
| | | 6 | Contrôleur de débit ou mesureur de gaz |

Figure A.6 — Exemple d'appareillage destiné à l'établissement d'un courant d'air contrôlé à une humidité relative de 45 %



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Chambre d'essai de 0,225 m ³ | 4 | Prise pour capteurs et dispositifs de contrôle |
| 2 | Entrée d'air | 5 | Sortie d'air |
| 3 | Ventilateur avec moteur électrique externe | 6 | Éprouvettes |

Figure A.7 — Schéma de construction de la chambre d'essai de 0,225 m³

Annexe C (normative)

Détermination de la valeur d'émission à l'état stable

C.1 Principe

La fonction de puissance complète [voir équation (C.1)] est utilisée pour déterminer la valeur d'émission à l'état stable par le calcul

$$c = A/(1 + Bt^D) \quad \dots \text{ (C.1)}$$

où :

c est la concentration dans la chambre, en milligrammes par mètre cube ;

t est le temps, en heures ;

A , B , et D sont des constantes positives.

Le meilleur ajustement à cette fonction nécessite inévitablement d'utiliser un algorithme de régression (régression non linéaire par itération des moindres carrés). De tels algorithmes sont disponibles sur micro-ordinateurs dans le commerce. Tout calcul de régression non linéaire requiert une bonne estimation des paramètres initiaux afin que la convergence soit optimale. Par expérience, il est conseillé que la valeur de A soit estimée égale à la valeur de la première concentration prise en compte majorée de 10 % à 20 % tandis que les valeurs de 0,1 pour B et 0,5 pour D sont en général appropriées.

C.2 Détermination de la valeur d'émission à l'état stable

Pour déterminer la valeur d'émission à l'état stable, recueillir les données de la chambre pendant au moins 10 jours (minimum de 14 valeurs, de préférence réparties uniformément dans le temps).

Déterminer alors les valeurs des paramètres de la fonction dans l'équation (C.1) (voir Figure C.1) qui fournissent le meilleur ajustement aux données.

NOTE De manière descriptive l'équation (C.1) part de $c = A$ lorsque $t = 0$, et tend vers zéro en décroissant lorsque t tend vers l'infini. Elle ne peut en principe représenter que des processus d'affaiblissement monotones. Par conséquent, afin d'éviter tout mauvais ajustement, il convient, le cas échéant, d'enlever du jeu de données les premières valeurs de concentration croissantes.

Pour la vérification de l'état stable, utiliser l'équation suivante :

$$[(c_t - c_{t+96})/c_{t+96}] \leq \delta \quad \dots \text{ (C.2)}$$

où :

c_t , c_{t+96} sont les concentrations en formaldéhyde calculées à partir de l'équation aux temps t et $t + 96$ (c'est-à-dire quatre jours (96 h) plus tard) ;

$t = 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192$, etc., sont les temps en heures auxquels l'équation (C.2) doit être évaluée de manière récursive ;

δ est la décroissance acceptable de la concentration sur quatre jours.

δ est fixé dans cette norme à 0,05 (5 %). L'état stable est atteint à la première valeur de t qui satisfait l'équation (C.2). À cet instant les deux concentrations peuvent être considérées comme quasi constantes et l'état stable supposé donné par c_{t+96} . Si δ est supérieur à 0,05, répéter la procédure après ajout des données de la chambre d'essai pour les jours suivants et ainsi de suite jusqu'à ce que les conditions soient remplies ou que la durée limite de l'essai (28 jours) soit atteinte.

C.3 Caractéristique exceptionnelle

L'équation (C.1) part de $c = A$ pour $t = 0$ et tend toujours vers 0 en décroissant de manière monotone lorsque t tend vers l'infini. Par conséquent la pente de la concentration c est toujours négative sur toute la plage des temps.

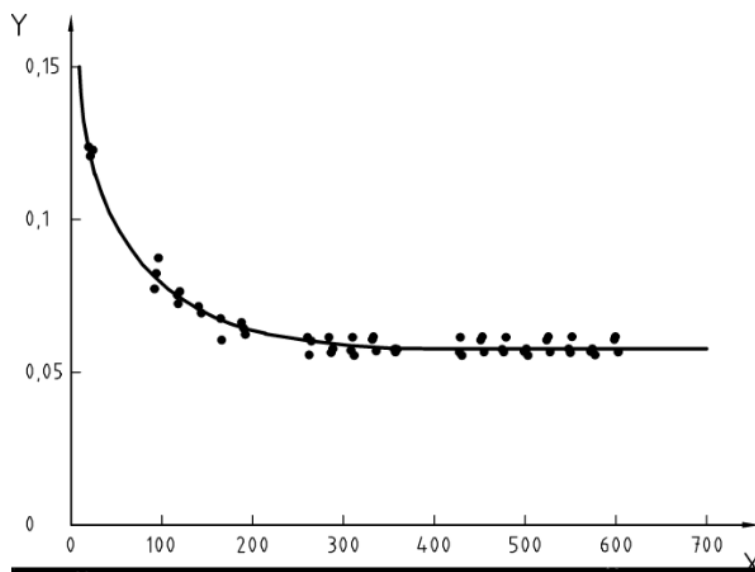
Cependant, selon la configuration des données initiales, l'équation (C.1) peut prendre deux formes différentes, dépendant uniquement de la valeur du paramètre D . La première, de loin la plus fréquente, correspond à une décroissance rapide des données initiales, D étant inférieur ou égal à 1. La seconde, moins courante, correspond à une décroissance lente des données initiales, D devenant strictement supérieur à 1.

Dans le premier cas, la pente de la courbe, en valeur absolue, part de l'infini ou de A . B, suivant que D est inférieur ou égal à 1 pour t = 0 et décroît de manière continue avec le temps. Dans le second cas, toutefois, la courbe présente un point d'inflexion au temps t_i [voir l'équation (C.3)] :

$$t_i = \{(D - 1) / [B(c + 1)]\}^{1/D} \quad \dots (C.3)$$

et la pente de la courbe part alors de zéro, augmente jusqu'au point d'inflexion et ce n'est qu'ensuite qu'elle décroît de manière continue (voir Figure C.2).

Des cas où $D \leq 1$ sont indiscutablement valides pour l'équation (C.2) parce que la différence calculée entre deux concentrations consécutives en formaldéhyde mesurées à des intervalles de temps donnés (par exemple 96 h, comme recommandé dans la présente norme) est maximale au départ et décroît avec le temps. Pour $D > 1$ cependant, ceci ne se produit qu'après le point d'inflexion avant lequel c'est le contraire. Comme conséquence, en particulier si le point d'inflexion est situé à un temps supérieur à 96 h, la petite pente de l'équation (C.1) pendant les premiers jours de l'essai peut entraîner que lors du premier calcul l'équation (C.2) indique un état stable apparent mais erroné. Une voie raisonnable pour surmonter cette difficulté peut consister, à l'aide d'un graphique, à identifier et ensuite éliminer les premières données croissantes de concentration. Ces données sont celles qui provoquent le maximum sur le graphe et sont situées avant ce maximum. Une telle mesure peut faire disparaître le point d'inflexion potentiel ou le placer dans une position pratiquement sans conséquence, par exemple juste à l'origine de l'axe des temps. En négligeant uniquement les premières 24 h, les données pourraient au contraire contenir des valeurs mal assorties ou, si les données correspondant au début de la décroissance sont exclues, pourraient rendre plus difficile la convergence régulière de l'algorithme de régression avec les paramètres de la courbe.



Légende

Y Concentration en formaldéhyde c , en milligrammes par mètre cube

X Temps t , en heures

NOTE A, B, D sont les constantes positives de l'équation (C.1). r est le coefficient de corrélation de l'équation (C.1).

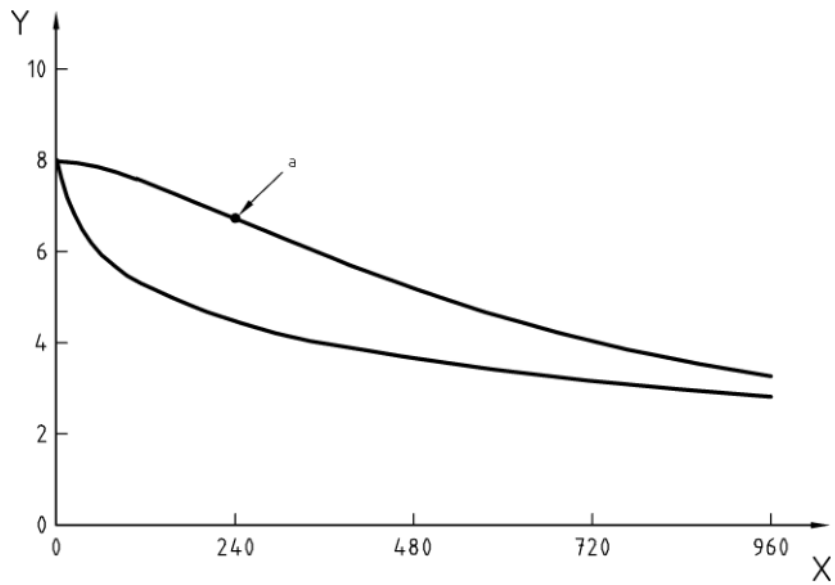
$A = 0,185$

$B = 0,309$

$D = 0,335$

$r = 0,988$

Figure C.1 — Meilleur ajustement des données de la concentration en formaldéhyde pour un essai des panneaux de fibres à moyenne densité (MDF) à la grande chambre



Courbe supérieure : $D > 1$

Courbe inférieure : $0 < D \leq 1$

Légende

Y Concentration (unité arbitraires)

X Durée de l'essai, en heures

a Point d'inflexion

Figure C.2 — Relation entre l'ajustement de la courbe de concentration et la valeur de D